

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 11/105

識別記号

5 1 6

5 1 1

F I

G 1 1 B 11/105

テマコード\* (参考)

5 1 6 K 5 D 0 7 5

5 1 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-397982(P2001-397982)

(22)出願日 平成13年12月27日(2001.12.27)

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番

地

(72)発明者 田畑 正浩

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番

地 日本ビクター株式会社内

Fターム(参考) 5D075 E03 FF04 FF11 FF12 FF13

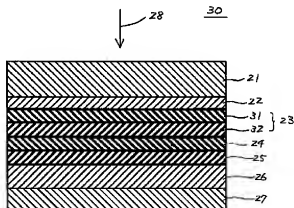
FF20

## (54)【発明の名称】 光磁気記録媒体

## (57)【要約】

【課題】 磁壁移動により再生を行う温度領域での磁壁移動層の浮遊磁界を小さくし、ジッター特性を改善した、より高密度な光磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 透明基板21上に順次形成した第1の磁性層23、第2の磁性層24及び第3の磁性層25を有し、第1の磁性層23はレーザー光照射によって作られた温度勾配により磁壁の移動が生じる移動層として機能し、第3の磁性層25は室温に於いて安定に磁区が存在するのに十分な保磁力を有する垂直磁化膜より構成される記録層として機能し、第2の磁性層24は第1の磁性層23と第3の磁性層25との間の交換結合を制御する制御層として機能する光磁気記録媒体において、第1の磁性層23を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜31と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜32とからなるアンチパラレル交換結合2層膜より構成した。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板上に順次形成した第1の磁性層、第2の磁性層及び第3の磁性層を有し、前記第1の磁性層はレーザー光照射によって作られた温度勾配により磁壁の移動が生じる磁壁移動層として機能し、前記第3の磁性層は室温に於いて安定に磁区が存在するのに十分な保磁力を有する垂直磁化膜より構成される記録層として機能し、前記第2の磁性層は前記第1の磁性層と前記第3の磁性層との間の交換結合を制御する制御層として機能する光磁気記録媒体において、前記第1の磁性層を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜とからなるアンチパラレル交換結合2層膜より構成したことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】透明基板上に順次形成した第1の磁性層、第2の磁性層、第3の磁性層及び第4の磁性層を有し、前記第1の磁性層はレーザー光照射によって作られた温度勾配により磁壁の移動が生じる磁壁移動層として機能し、前記第4の磁性層は室温に於いて安定に磁区が存在するのに十分な保磁力を有する垂直磁化膜より構成される記録層として機能し、前記第2及び第3の磁性層は前記第1の磁性層と前記第4の磁性層との間の交換結合を制御する制御層として機能する光磁気記録媒体において、

前記第1の磁性層を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜とからなるアンチパラレル交換結合2層膜より構成したことを特徴とする光磁気記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザー光等の光を照射することにより情報の記録再生を行う光磁気記録媒体に係り、特に、磁壁移動現象を利用して、高密度記録された記録層の情報を再生する光磁気記録媒体に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】光磁気記録方式は、レーザー光を照射することにより、フェリ磁性薄膜を局部的にキュリー点または増温点近傍にまで昇温し、この部分の保磁力を減少させた状態で、外部から記録磁界を印加し、記録磁界の方向に磁化の向きを反転させることにより情報を記録することを基本原理とするものである。磁化の反転した部分すなわち情報ビットは磁区を形成し、それを磁気カー効果によって読み出す光磁気記録再生においては、記録密度の向上のためには、記録ビット長の短縮化すなわち情報磁区の微小化を図ることが必要となる。

【0003】しかしながら、信号の再生分解能は、ほとんど、再生光学系を構成する光源の波長 $\lambda$ と対物レンズの開口数NAで決まり、空間周波数 $2NA/\lambda$ が再生限界となる。そこで、記録密度を上げるためには、光源の

波長 $\lambda$ を短くすることや、高NAレンズを用いて再生装置のスポット光の径を小さくすることが考えられる。しかしながら、現在実用レベルにあるレーザの波長は $\lambda = 640\text{nm}$ 程度に過ぎない。また、高NAレンズを用いると焦点深度が浅くなり、レンズとディスクとの距離に精度が要求され、光ディスクの製造精度が厳しくなる。従って、レンズのNAをあまり高くできず、実用化可能なレンズのNAはせいぜい0.6である。すなわち、光源の波長 $\lambda$ や対物レンズの開口数NAによる記録密度の向上には限界がある。

【0004】そこで、このような再生系の条件から規定される記録密度の問題点を解決するものとして、先に、特開平6-290496号公報に開示された光磁気記録媒体及び信号の再生方法がある（以下、これを第1従来例と言う。）。この従来例1における磁壁移動再生では、図15の(A)中のAで示す磁壁移動いゆるフロントプロセスによる信号のみならず、図16の(B)中のBで示す磁壁移動いゆるリアプロセスによる信号を検出することになる。このリアプロセスによる信号は、不必要な信号であり、何らかの手段により抑制する必要がある。この問題を解決するものとして、特開平11-86372号公報（以下、これを第2従来例と言う。）及び特開2000-187898号公報（以下、これを第3従来例3と言う。）に開示された記録媒体及び信号の再生方法がある。第2従来例は、外部磁界印可による問題解決の手法であり、第3従来例は、従来例1における第1の磁性層と第2の磁性層の間にさらに一層磁性層を追加し、記録層から磁壁移動層への交換結合による磁気転写を制御することで、問題の解決を図るものである。

【0005】図13は、従来例1の光磁気記録媒体を示す概略構成断面図である。図面に示すように、第1従来例の光磁気記録媒体50は、透明基板41上に順次形成された誘電体層42、第1の磁性層43、第2の磁性層44、第3の磁性層45及び誘電体層46から構成される。この再生方法は、光磁気記録媒体における記録層（第3の磁性層45）の記録磁区を、第2の磁性層44を介した交換結合力により磁壁移動層である第1の磁性層43に、室温に於いて転写し、再生時のレーザー光48照射によるレーザースポット内の温度勾配を利用してレーザースポット内での磁壁移動を起こし、小さいマーク（磁区）を大きく拡大して再生することを可能とし、これにより、上述の通常の再生分解能では再生不可能な微小磁区の再生を行うことで、記録密度の飛躍的な向上を図るものである。

【0006】図14は、従来例3の光磁気記録媒体を示す概略構成断面図である。図面に示すように、第3従来例の光磁気記録媒体60は、透明基板51上に順次形成された第1の誘電体層52、第1の磁性層53、第2の磁性層54、第3の磁性層55、第4の磁性層56及び第2誘電体層56から構成される。この光磁気記録媒体

60の再生方法は、光磁気記録媒体60における記録層（第4の磁性層56）の記録磁区を、第2の磁性層54及び第3の磁性層55を介した交換結合により磁壁移動層である第1の磁性層53に、室温に於いて転写し、再生時のレーザー光58照射によるレーザースポット内の温度勾配を利用してレーザースポット内での磁壁移動を起こし、小さいマーク（磁区）を大きく拡大して再生することを可能とし、これにより、上述の通常の再生分解能で再生不可能な微小磁区の再生を行うことで、記録密度の飛躍的な向上を図るものである。

【0007】この第3従来例は、第1従来例における第1磁性層と第2磁性層の間にさらに一層磁性層を追加し、記録層（第4の磁性層）から磁壁移動層（第1の磁性層）への交換結合による磁気転写を制御することで、不必要な信号である図16の（A）中のBで示す磁壁移動いわずにリアプロセスによる信号を抑制し、検出しないようにするものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この磁壁移動による磁区拡大（磁壁移動）再生技術は、超高密度記録媒体を実現するうえで有効な技術であるが、磁壁移動再生に特有な、再生信号の時間軸上のズレを引き起こす、すなわちジッターが悪化するという問題がある。そしてこの問題は、第1乃至第3従来例1のすべての場合に起こり得る問題である。このジッターを改善するためには、磁壁移動の開始タイミングを鋭敏なものとし、かつ磁壁移動が完了するまでに要する時間を短縮することが必要である。

【0009】そこで、本発明は、上記の問題を解決し、磁壁移動層（第1の磁性層）の磁壁移動速度を向上すると共に、磁壁移動により再生を行う温度領域で磁壁移動の妨げとなる磁壁移動層の浮遊磁界を小さくし、ジッター特性を改善した、より高密度な光磁気記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための手段として、第1の発明は、透明基板（21）上に順次形成した第1の磁性層（23）、第2の磁性層（24）及び第3の磁性層（25）を有し、前記第1の磁性層（23）はレーザー光照射によって作られた温度勾配により磁壁の移動が生じる磁壁移動層として機能し、前記第3の磁性層（25）は室温に於いて安定に磁区が存在するのに十分な保磁力を有する垂直磁化膜より構成される記録層として機能し、前記第2の磁性層（24）は前記第1の磁性層（23）と前記第3の磁性層（25）との間の交換結合を制御する制御層として機能する光磁気記録媒体において、前記第1の磁性層（23）を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜（31）と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜（32）とからなるアンチパラレル交換結合2層膜より構成したことを特徴とする光

磁気記録媒体である。

【0011】さらに、第2の発明は、透明基板上に順次形成した第1の磁性層、第2の磁性層、第3の磁性層及び第4磁性層を有し、前記第1の磁性層はレーザー光照射によって作られた温度勾配により磁壁の移動が生じる磁壁移動層として機能し、前記第4の磁性層は室温に於いて安定に磁区が存在するのに十分な保磁力を有する垂直磁化膜より構成される記録層として機能し、前記第2の磁性層及び第3の磁性層は前記第1の磁性層と前記第4の磁性層との間の交換結合を制御する制御層として機能する光磁気記録媒体において、前記第1の磁性層を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜とからなるアンチパラレル交換結合2層膜より構成したことを特徴とする光磁気記録媒体である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、好ましい実施例により、図面を参照して説明する。＜第1実施例＞図1は、本発明の光磁気記録媒体の第1実施例を示す概略断面構成図である。図面に示すように、第1実施例の光磁気記録媒体10は、透明基板1と、透明基板1上に順次形成した誘電体層2、第1の磁性層3、第2の磁性層4、第3の磁性層5、保護層6及び保護層7とから構成されている。

【0013】レーザー光8は、透明基板1の各層の形成されていない面より照射され、光磁気記録媒体10に情報記録再生される。透明基板1は、ガラス板又はポリカーボネイト樹脂等からなる。誘電体膜2は、透明であり、保護膜または多重干渉膜としての機能を有する。誘電体膜2を介して第1、第2及び第3の磁性層3、4、5が、真空中で例えば連続スパッタリング等により順次積層して形成される。さらにこの第3の磁性層5の上（同図中ではその下面）に非磁性金属膜あるいは誘電体膜よりなる保護層6を形成し、さらに、必要に応じてその上（同図中ではその下面）に、UV硬化樹脂等による保護層7を形成してなるものである。

【0014】第1の磁性層3は室温において、垂直方向（膜面に垂直な方向）に磁化容易方向を持つ膜、いわゆる垂直磁化膜となる重希土類-鉄族金属からなるアモルファス薄膜で構成されている。第1の磁性層3は磁壁移動層であるので、磁壁移動を容易にするため、磁気異方性の小さい、磁壁移動度の大きい膜であることが望ましい。第2及び第3の磁性層4、5は、垂直方向（膜面に垂直な方向）に磁化容易軸を持つ膜、いわゆる垂直磁化膜で、重希土類-鉄族金属からなるアモルファス薄膜である。第2の磁性層4は交換結合層であり、第3の磁性層5は記録層である。

【0015】レーザー光8による記録および再生時における昇温状態を考慮して、第1、第2及び第3の磁性層3、4、5のキュリー温度をそれぞれTc1、Tc2、

Tc3とすると、それらの間には、 $Tc3 > Tc1 > Tc2$ であることが望ましい。磁壁移動層となる第1の磁性層3は、磁壁移動が容易に起こり得るために、異方性および保磁力が小さい磁性膜であることが必要で、そのためにはGd-Fe膜をベースとする磁性材料を使用することが望ましい。

【0016】それに対し、記録情報を保持するメモリー層（記録層）となる第3の磁性層5は、室温に於いて安定に記録マーク（磁区）が存在するのに十分な保磁力を有し、かつ記録に適したキュリー温度を持つ磁性膜であることが必要であり、そのためにはTb-Fe-C-O膜又はDy-Fe-C-O膜をベースとする材料を使用することが望ましい。

【0017】ここで、本第1実施例の光磁気記録媒体10を以下のように構成した。透明基板1は、例えば直径120mm、厚さ0.6mmのドーナツ状のガラス板又はポリカーボネイト樹脂等からなる。誘電体膜2は、保護膜または多重干渉膜としての機能を有し、アルゴンガスと酸素ガスとの混合ガス中での反応性スパッタリングによって形成された厚さ約90nmのSiNよりなる。誘電体膜2は透明で、屈折率は2.0、消衰係数nは0である。

【0018】第1の磁性層3は、厚さ約30nmであるGdFeCoAl（23～25.5at%Gd, 8～9%Co, 6～7%Al, balFe）より構成される。キュリー温度Tc1は約520Kである。第2の磁性層4は、厚さ約10nmであるTbFe（21at%Tb, balFe）より構成される。キュリー温度Tc2は約420Kである。第3の磁性層5は、厚さ約80nmであるTbFeCo（23at%Tb, 18at%Co, balFe）より構成される。キュリー温度Tc3は約570Kである。

【0019】なお、上述のキュリー温度Tc1、Tc2、Tc3の調節は、各磁性層の磁気特性を大きく変化させることのない非磁性元素（Al、Crなど）の添加により行うことが望ましい。保護層6は、誘電体膜2と同様に形成された厚さ約50nmのSiNより構成される。保護層7は、例えば厚さ5～10μmであるUV樹脂より構成される。

【0020】＜第2実施例＞図2は、本発明の光磁気記録媒体の第2実施例を示す概略断面構成図である。同図に示すように、第2実施例である光磁気記録媒体20は、透明基板11と、透明基板11上に順次形成した誘電体膜12、第1の磁性層13、第2の磁性層19、第3の磁性層14、第4の磁性層15、保護層16及び保護層17とから構成されている。

【0021】レーザー光18は、透明基板11の各層の形成されていない面より照射され、光磁気記録媒体20に情報が記録再生される。この場合、磁壁移動層は、図1に示す光磁気記録媒体10と同様に、第1の磁性層1

3となるが、記録情報が保持される記録層となるのは、第4の磁性層15である。そして、第2及び第3の磁性層19、14より、記録層（第4の磁性層15）から磁壁移動層（第1の磁性層13）への記録情報の転写、すなわち交換結合力をより厳密に制御する。すなわち、記録層（第4の磁性層15）から磁壁移動層（第1の磁性層13）への交換結合による磁気転写を厳密に制御することで、不必要な信号であるいわゆるリアブレースによる信号を抑制し、検出しないようにするものである。

【0022】ここで、第2実施例の光磁気記録媒体20は、以下のように構成した。透明基板11は透明基板1と同様に、誘電体膜12は誘電体膜2と同様に、第1の磁性層13は第1の磁性層3と同様に、第4の磁性層15は第3の磁性層5と同様に、保護層16は保護層6と同様に、且、保護層17は保護層7と同様に構成した。透明基板11は、ガラス板又はポリカーボネイト樹脂等からなる。誘電体膜12は、透明であり、保護膜または多重干渉膜としての機能を有する。誘電体膜12を介して第1、第2、第3及び第4の磁性層13、19、14、15が、真空中で例えば連続スパッタリング等により順次積層して形成される。さらにこの第4の磁性層15の上（同図中ではその下面）に非磁性金属膜あるいは誘電体膜より成る保護層16を形成し、さらに、必要に応じてその上（同図中ではその下面）に、UV硬化樹脂等による保護層17を形成してなるものである。

【0023】第1の磁性層13は室温において、垂直方向（膜面に垂直な方向）に磁化容易軸を持つ膜、いわゆる垂直磁化膜となる重希土類-鉄族金属から成るアモルファス薄膜で構成されている。第1の磁性層13は磁壁移動層であるので、磁壁移動を容易にするため、磁気異方性の小さい、磁壁移動度の大きい膜であることが望ましい。第2、第3及び第4の磁性層19、14、15は、垂直方向（膜面に垂直な方向）に磁化容易軸を持つ膜、いわゆる垂直磁化膜で、重希土類-鉄族金属から成るアモルファス薄膜である。第2の磁性層19は制御層、第3の磁性層14は切断層であり、ともに第1の磁性層13と第4の磁性層15との間の交換結合を制御する層である。そして、第4の磁性層15は記録層である。

【0024】レーザー光18による記録および再生時における昇温状態を考慮して、第1、第2、第3及び第4の磁性層13、19、14、15のキュリー温度をそれぞれTc1、Tc2、Tc3、Tc4とすると、それらの間には、 $Tc4 > Tc1 > Tc2 > Tc3$ であることが望ましい。磁壁移動層となる第1の磁性層13は、磁壁移動が容易に起こり得るために、異方性および保磁力が小さい磁性膜であることが必要で、そのためにはGd-Fe膜をベースとする磁性材料を使用することが望ましい。それに対し、記録情報を保持するメモリー層（記録層）となる第4の磁性層15は、室温に於いて安定に

記録マーク（磁区）が存在するのに充分な保磁力を有し、かつ記録に適したキュリー温度を持つ磁性膜であることが必要であり、そのためにはTb-Fe-C膜又はDy-Fe-C膜をベースとする材料を使用することが望ましい。

【0025】ここで、第2実施例の光磁気記録媒体20を以下のように構成した。透明基板11は、例えば直径120mm、厚さ0.6mmのドーナツ状のガラス板又はポリカーボネイト樹脂等からなる。誘電体層12は、保護膜または多重干渉膜としての機能を有し、アルゴンガスと窒素ガスとの混合ガス中での反応性スパッタリングによって形成された厚さ約90nmのSiNよりなる。誘電体膜12は透明で、屈折率は2.0、消光係数は2である。

【0026】第1の磁性層13は、厚さ約30nmであるGdFeCoAl（23～25.5at%Gd、8～9%Co、6～7%Al、balFe）より構成される。キュリー温度Tc1は約520Kである。第2の磁性層19は、膜厚約5nmのTbFeCo（35～40at%Gd、1～2%Co、balFe）より構成される。キュリー温度Tc2は約430Kである。

【0027】第3の磁性層4は、厚さ約10nmであるTbFe（21at%Tb、balFe）より構成される。キュリー温度Tc3は約420Kである。第4の磁性層5は、厚さ約80nmであるTbFeCo（23at%Tb、18at%Co、balFe）より構成される。キュリー温度Tc4は約570Kである。

【0028】従って、第1、第2、第3、第4の磁性層13、19、14、15のキュリー温度は、それぞれ、約520K、約430K、約420K、約570Kとなり、第1、第2、第3、第4の磁性層13、19、14、15の膜厚は、それぞれ、約30nm、約5nm、約10nm、約80nmとなる。なお、上述のキュリー温度Tc1、Tc2、Tc3、Tc4の調節は、各磁性層の磁気特性を大きく変化させることのない非磁性元素（Al、Crなど）の添加により行うことが望ましい。保護層16は、誘電体層12と同様に形成された厚さ約50nmのSiNより構成される。保護層17は、例えば厚さ5～10μmであるUV樹脂より構成される。

【0029】次に、第1及び第2実施例の光記録媒体の特性評価について説明する。それに先立ち、比較例として比較の対象とした光磁気記録媒体は上述の第1及び第3従来例である。

【0030】＜特性評価＞第1実施例、第2実施例及び比較例の光磁気記録媒体について、マイクロ磁気力学の理論に基づいてシミュレーションを行ない、それぞれの磁壁移動速度等を評価した。理論計算を、分子場近似により行っているが、それに用いたパラメータは、上述した各磁性層の温度特性を実測し、その値に計

算曲線をフィッティングすることで理論計算に用いるパラメータを決定している。また、磁壁移動速度は、フェリ磁性体のLandau-Lifshitz-Gilbert方程式（以下、単にLLG方程式ともいう）を単磁区構造に対して解くことにより計算した。

【0031】磁壁移動層（第1の磁性層3、13及び43）における磁壁移動は、次の関係が成立したところで開始する。

【0032】

【数1】

$$\frac{\partial \sigma_D}{\partial x} > 2M_D H_D + \frac{\sigma_D}{t} \quad (1)$$

ここで、 $\sigma_D$ は磁区磁壁エネルギー、 $\sigma_w$ は磁壁移動層と記録層（第3の磁性層5、第4の磁性層15、第3の磁性層45）間の交換結合による界面磁壁エネルギー、 $x$ はトラック方向の位置座標、 $M_D$ は磁壁移動層の磁化、 $H_D$ は磁壁抗磁力、 $t$ は膜厚をそれぞれ表す。

（1）式の左辺は、磁壁移動の駆動力であり、右辺は磁壁移動を阻止する力である。

【0033】図3は、磁壁移動駆動力及び磁壁移動阻止力とレーザービームスポット内位置との関係を示すグラフ図である。図3において、横軸は、磁壁移動層に照射されるレーザービームスポットの中心を原点として、ビーム進行方向を正とした位置座標である。（1）式によれば、左辺の表す曲線と右辺の表す曲線が交差する点で磁壁移動が開始することになる。なお、レーザービームの有効径は1μm弱である。

【0034】図3の（a）には、比較例を示し、図3の（b）には第1及び第2実施例を示す。図3の（a）と図3の（b）を比較すると、図3の（a）に対し図3の（b）では、磁壁移動開始直後の左辺と右辺の差がより大きいこと、すなわち磁壁駆動力が大きく、磁壁移動阻止力が急激に減少していることで、磁壁移動速度が大きくなり再生信号のジッター低減が可能となる。

【0035】第1実施例と比較例との相違は、磁壁移動層の磁気特性（温度特性）の違いにより生じるものである。図4は、飽和磁化の温度特性を示すグラフ図であり、図5は、磁気異方性の温度特性を示すグラフ図である。図4において、曲線mは第1実施例における磁壁移動層の磁化の温度変化を、曲線lは比較例における磁壁移動層の磁化の温度変化をそれぞれ示す。磁壁移動が生じる450K近辺では、曲線mの値は1桁曲線nより大きい。

【0036】図5は、磁気異方性の温度特性を示すグラフ図である。図5において、曲線mは第1及び第2実施例における磁壁移動層の実効的異方性を、曲線m'は真の異方性（Ku）をそれぞれ示す。また、曲線lは比較例における磁壁移動層の実効的異方性を、曲線l'は真の異方性（Ku）をそれぞれ示す。磁壁移動が生じる450K近辺では、実効的異方性の温度変化（減少）が、

比較例に比べ第1及び第2実施例では、より急激になっている。これらの温度特性は、上述の分子場近似により計算した結果であるが、実際に作製した薄膜について行った、飽和磁化及び異方性の温度特性の測定結果と極めて良く一致することを確認している。

【0037】次に、磁壁移動層の磁壁移動速度を検討した。磁壁移動速度を導出するには、LLG方程式を解く必要がある。磁壁移動は、連続する磁化反転により実現するが、磁気モーメントは、電子の軌道とスピンの磁気との和として得られるものであり、角運動量を伴っているため、その反転動作ではラーモアの歳差運動が起こることになる。従って、磁気回転比の導入により、このダイナミクスな磁化機構を説明したLLG方程式が必要となる。

【0038】さらに、磁壁を移動するための駆動磁界を

$$h < 1 \quad : \quad V = \frac{\gamma_{eff} \Delta_0 H}{\alpha_{eff}} \quad (3)$$

$K$ : 実行的真方性定数

$M_s$ : 飽和磁化

$h$ : 規格化磁界 ;  $h = \frac{H}{2\pi M_s \alpha_{eff}}$

$\alpha_{eff}$ : Gilbertのダンピング定数

$\gamma_{eff}$ : 磁気回転比

$\Delta_0$ : 磁壁幅パラメータ ;  $\Delta_0 = \frac{A}{K}$

$A$ : 交換スチーフネス定数

$H$ : 磁壁駆動磁界

のことが出来る。

【数4】

【0040】一方、第1実施例における磁壁移動層の磁壁移動速度は、Walkerの限界以下の場合として取り扱うことになり、以下の(4)式及び(5)式より求

$$1 < h : V = \frac{\gamma_{eff} \Delta_0 H}{\alpha_{eff}} \left( 1 + \frac{\pi M_s^2}{K} \right)^{-1/2} \quad (4)$$

【数5】

$$h < 1 : V = \frac{\gamma_{eff} \Delta_0 H}{\alpha_{eff}} \left( 1 + \frac{\pi M_s^2}{K} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{H}{2\pi M_s \alpha_{eff}} \right)^2} \right) \right)^{-1/2} \quad (5)$$

ここで、Walkerの限界以上の現象とそれ以下の現象とに分かれるのは、磁壁移動層の磁化の温度特性の違いによるものであり、その特性差に起因して実際の磁壁移動は、前者の場合は規格化磁界 $h$ が $1 < h$ の時に実現することになり、後者の場合は規格化磁界 $h$ が $h < 1$ の時実現する。

【0041】なお、Gilbertのダンピング定数 $\alpha_{eff}$ は、Landau-Lifshitzの損失定数により、(6)式のように表せる。

【数6】

$$\alpha_{eff} = \frac{\lambda_{eff}}{\gamma_{eff} M_s} \quad (6)$$

小さい場合には、磁壁はその構造を保ったまま移動するが、駆動磁界が大きくなると、磁壁構造自体が変化しながら移動する。前者では、磁壁移動速度は駆動磁界にほぼ比例するが、後者では、磁壁移動速度は駆動磁界に対して複雑な挙動を示す。周知のとおり、前者と後者の境をWalkerの限界という。比較例における磁壁移動層の磁壁移動速度は、Walkerの限界を大きく超えた場合として取り扱うことが可能であり、以下の(2)式及び(3)式により求めることができる。

【0039】

【数2】

$$1 < h, 1/\alpha_{eff} \ll h : V = \frac{\alpha_{eff}}{1 + \alpha_{eff}} \gamma_{eff} \Delta_0 H \quad (2)$$

【数3】

今回の近似計算に於いては、 $\lambda_{eff}/\gamma_{eff}$ が略 $10$  (emu/cm<sup>3</sup>)としている。

【0042】また、磁壁駆動磁界 $H$ は、磁壁抗磁力の小さい磁壁移動層では、(7)式のように表せる。

【数7】

$$H = \frac{1}{2M_s} \frac{\partial \sigma_0}{\partial x} \quad (7)$$

$K > 2\pi M_s^2$ の下で、これら(6)式と(7)式から、(2)式は、次の(8)式

【数8】

$$v = \frac{\lambda_{\text{eff}}}{M_s^2 + \frac{\lambda_{\text{eff}}^2}{\gamma_{\text{eff}}}} \frac{1}{2} \frac{\partial \sigma_e}{\partial x} \quad (8)$$

と変形することができる。同様に、(5)式は、次の(9)式

$$v = \frac{\gamma_{\text{eff}}^2}{\lambda_{\text{eff}}} \Delta_0 \frac{1}{2} \frac{\partial \sigma_e}{\partial x} \quad (9)$$

の様に表すことができる。

【0043】比較例の磁壁移動層に適用される(8)式から、 $M_s$ を小さくしてWalkerの限界より非常に大きい駆動磁場で磁壁を動かす比較例においては、 $M_s = 0$ で磁壁移動速度が最も速くなることがわかる。この従来例の特徴は、言い換えると、 $M_s = 0$ から外れると磁壁移動速度が遅くなるということを意味している。これに対し、本第1実施例の磁壁移動層に適用される

(9)式から、 $M_s$ を大きくしてWalkerの限界以下の駆動磁場で磁壁を動かす第1実施例では、磁壁移動速度は $M_s$ に依らず常に速いことがわかる。シミュレーション結果を図6及び図7に示す。

【0044】図6は、比較例の光磁気記録媒体における磁壁移動速度及び磁壁位置と磁壁移動開始後の時間との関係を示すグラフ図である。図7は、第1実施例の光磁気記録媒体における磁壁移動速度及び磁壁位置と磁壁移動開始後の時間との関係を示すグラフ図である。いずれの図においても縦軸に示すポジションは、レーザービームスポットの中心をゼロとし、ビーム進行方向を正としたトラック方向の位置座標である。両図の比較より、磁壁移動が完了するまでにかかる時間は、第1実施例においては約4 nsecであるのに対し、比較例においては約8 nsecであり、大いに改善されていることがわかる。これは、磁壁移動速度を比較しても良くわかる。最大磁壁移動速度は、第1実施例においては略260 (m/sec)であり、比較例においては略190 (m/sec)である。

【0045】この結果、第1実施例の光磁気記録媒体10においては、再生信号の特性いわゆるジッター特性が大きく改善されることになる。また、第2実施例の光磁気記録媒体20も同様にジッター特性が大きく改善される。

【0046】＜第3実施例＞上述の第1及び第2実施例の光磁気記録媒体においては、磁壁移動が行われる温度範囲における磁壁移動層の飽和磁化 $M_s$ を大きくすることで、ジッター特性を改善した。しかし、第1及び第2実施例においては、 $M_s$ が大きい故に、磁壁移動層による浮遊磁界を無視することは出来ない。

【0047】すなわち、磁壁移動開始位置近傍では、磁壁の進行方向にあたる領域(磁壁移動領域)が高温であ

り、磁壁移動領域はそれ以外の領域と比較して磁化が小さくなるため、拡大する磁区領域の浮遊磁界が大きいことになる。磁化の大きいところに磁壁ができた方が静磁エネルギーが小さくなり安定となるため、浮遊磁界が磁壁移動を妨げる作用をもつことになる。他方、磁壁移動完了位置近傍では、ひとつ前の信号の磁区磁壁からの反発力の大きさが浮遊磁界に比例して大きくなるので、浮遊磁界が大きい場合磁壁移動範囲が制限され、再生信号のS/Nが低下することが考えられる。

【0048】そこで、第1及び第2実施例の光磁気記録媒体について、磁壁移動層での浮遊磁界を、磁壁移動層の磁化の温度特性(図4に示す曲線m)よりビームスポット位置に変換して見様もった。その結果を図8に示す。図8は、第1及び第2実施例の光磁気記録媒体における第1の磁性層の磁化及び浮遊磁界とレーザービームスポット内位置との関係を示すグラフ図である。同図によれば、浮遊磁界(Stray field)は、磁壁移動完了位置(略-0.1 μmの位置)の直前で増大していることがわかる。

【0049】これに対して、以下説明する第3実施例の光磁気記録媒体は、磁壁移動層をアンチパラレル交換結合2層膜によって構成し、その浮遊磁界を低減するものである。図9は、本発明の光磁気記録媒体の第2実施例を示す概略断面構成図である。同図に示すように、第2実施例の光磁気記録媒体30は、透明基板21と、この透明基板21上に順次形成した誘電体層22、アンチパラレル交換結合2層膜(第1の磁性層)23、第2の磁性層24、第3の磁性層25、保護層26及び保護層27とから構成されている。レーザー光28は、透明基板21の各層の形成されていない面より照射され、光磁気記録媒体30に情報が記録再生される。

【0050】ここで、第3実施例の光磁気記録媒体30は、以下のように構成した。透明基板21は透明基板1と同様に、誘電体層22は誘電体層2と同様に、第2の磁性層24は第2の磁性層4と同様に、第3の磁性層25は第3の磁性層5と同様に、保護層26を保護層6と同様に、且、保護層27を保護層7と同様に同一材料および製法により構成した。アンチパラレル交換結合2層膜23は、第5の磁性層31と第6の磁性層32の2層膜より構成され、例えば連続スパッタリングで形成する。

【0051】第5の磁性層31を、厚さ約15 nmであるGdFeCoBi(25〜26 at%Gd, 8〜9%Co, 9〜10%B, 1 balFe)より構成した。キュリー温度は約540 Kである。第6の磁性層32を、厚さ約15 nmであるGdFeCoBi(41〜42 at

t%Gd, 8~9%Co, 9~10%B i, b a l F e)より構成した。キュリー温度は約540Kである。

【0052】次に、アンチパラレル交換結合二層膜の特性について説明する。第5の磁性層31、第6の磁性層32のように、重希土類-鉄族金属から成るフェリ磁性垂直磁化膜の磁化は、常に反平行状態となる希土類副格子の磁気モーメントと鉄族副格子の磁気モーメントの差である。アンチパラレル交換結合二層膜23におけるこの関係を図10に示す。図10は、第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチパラレル交換結合二層膜の磁化の状態を示す模式図である。同図において、アンチパラレル交換結合二層膜23は、第5の磁性層31及び第6の磁性層32より構成される。

【0053】○印の付いた矢印が希土類副格子の磁気モーメント34、37であり、○印のない矢印が鉄族副格子の磁気モーメント35、38であり、そしてそれらの矢印を含んだ中抜きの大きな矢印が磁化33、36を示している。また、副格子の磁気モーメントを示す矢印の長さは、副格子磁化の大きさを示している。従って、同図において、第6の磁性層32は希土類優勢(Re-ric h)膜であり、第5の磁性層31は鉄属(遷移金属)優勢(TM-ric h)膜である。第5の磁性層31及び第6の磁性層32は互いに交換相互作用により結合しているため、磁化36と磁化33は共に同一の方向を向いている。この際、アンチパラレル二層膜23における希土類の副格子磁気モーメント34、37と鉄属の副格子磁気モーメント35、38は常に反平行状態になる。

【0054】原子同士のミクロな相互作用である交換結合力に対し、浮遊磁界による力は、静磁的なマクロな力であるため、このようなアンチパラレル交換結合二層膜23での浮遊磁界を考える場合、反平行となるそれぞれの副格子磁気モーメントの差を見かけ上の磁化と考え、それによる浮遊磁界を考慮することで浮遊磁界の大きさを見積もることができる。この結果を図11及び図12に示す。図11は、第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチパラレル交換結合二層膜の磁化の温度特性を示すグラフ図である。図12は、第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチパラレル交換結合二層膜の磁化及び浮遊磁界とレーザースポット内位置との関係を示すグラフ図である。

【0055】図11において、曲線a及び曲線bはそれぞれTM-ric h膜(第5の磁性層31)の磁化36及びRe-ric h膜(第6の磁性層)の磁化33の温度変化を示す。そして、曲線cは、曲線aと曲線bとの差を示すもので、アンチパラレル交換結合二層膜(磁壁移動層)23の磁化の温度変化を示す。

【0056】この結果より、磁壁移動層をアンチパラレル交換結合二層膜によって構成した場合の磁壁移動層での浮遊磁界を見積もった結果を、図12に示してある。

アンチパラレル交換結合二層膜を用いることにより、見かけ上の磁化を、磁壁移動により再生を行う領域で小さくすることが可能であり、それによりそこでの浮遊磁界も小さくすることができる。同図に示すように、磁壁移動の行われる領域の全体に亘って-30~400eの範囲である。一方、図8に示した結果によれば、-200~100eの範囲である。これより、第3実施例の光磁気記録媒体においては、浮遊磁界を大きく低減することができ、これにより、浮遊磁界からの影響を低減し、常に速い磁壁移動速度を有し、良好な再生信号の特性いわゆるジッター特性を有するものである。

【0057】他方、第3実施例の光磁気記録媒体において、第2の磁性層を、第2実施例と同様に、記録層から磁壁移動層への交換結合による磁気転写を厳密に制御するため2層構造とすることができ、この場合も、同様に良好なジッター特性が得られる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光磁気記録媒体は、第1の磁性層を、鉄族優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜と希土類優勢の希土類-鉄族垂直磁化膜とからなるアンチパラレル交換結合二層膜より構成したことにより、磁壁移動層(第3の磁性層)の磁壁移動速度を向上すると共に、磁壁移動により再生を行う温度領域での磁壁移動層の浮遊磁界を小さくし、ジッター特性を改善した、より高密度な光磁気記録媒体を提供することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光磁気記録媒体の第1実施例を示す概略断面構成図である。

【図2】本発明の光磁気記録媒体の第2実施例を示す概略断面構成図である。

【図3】磁壁移動駆動力及び磁壁移動阻止力とレーザースポット内位置との関係を示すグラフ図である。

【図4】飽和磁化の温度特性を示すグラフ図である。

【図5】磁気異方性の温度特性を示すグラフ図である。

【図6】比較例の光磁気記録媒体における磁壁移動速度及び磁壁位置と磁壁移動開始後の時間との関係を示すグラフ図である。

【図7】第1及び第2実施例の光磁気記録媒体における磁壁移動速度及び磁壁位置と磁壁移動開始後の時間との関係を示すグラフ図である。

【図8】第1及び第2実施例の光磁気記録媒体における第1の磁性層の磁化及び浮遊磁界とレーザースポット内位置との関係を示すグラフ図である。

【図9】本発明の光磁気記録媒体の第3実施例を示す概略断面構成図である。

【図10】第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチパラレル交換結合二層膜の磁化の状態を示す模式図である。

【図11】第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチ



パラレル交換結合二層膜の磁化の温度特性を示すグラフ図である。

【図12】第3実施例の光磁気記録媒体におけるアンチパラレル交換結合二層膜の磁化及び浮遊磁界とレーザービームスポット内位置との関係を示すグラフ図である。

【図13】第1従来例（比較例）の光磁気記録媒体を示す概略構成断面図である。

【図14】第3従来例（比較例）の光磁気記録媒体を示す概略構成断面図である。

【図15】第1従来例における磁壁移動（フロントプロセス）を示す概略図である。

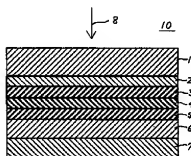
【図16】第1従来例における磁壁移動（リアプロセス）を示す概略図である。

【符号の説明】

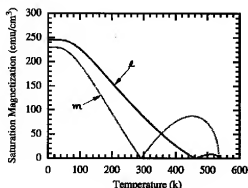
1…透明基板、2…誘電体層、3…第1の磁性層（磁壁移動層）、4…第2の磁性層（交換結合層）、5…第3の磁性層（記録層）、6…保護層、7…保護層、8…レーザー光、10…光磁気記録媒体、11…透明基板、1

2…誘電体層、13…第1の磁性層、14…第3の磁性層、15…第4の磁性層、16…誘電体層、17…保護層、18…レーザー光、19…第2の磁性層、20…光磁気記録媒体、21…透明基板、22…誘電体層、23…第1の磁性層（アンチパラレル交換結合二層膜）、24…第2の磁性層、25…第3の磁性層、26…誘電体層、27…保護層、28…レーザー光、30…光磁気記録媒体、31…第5の磁性層、32…第6の磁性層、33…磁化、34…希土類副格子の磁気モーメント、35…鉄族副格子の磁気モーメント、36…磁化、37…希土類副格子の磁気モーメント、38…鉄族副格子の磁気モーメント、41…透明基板、42…誘電体層、43…第1の磁性層、44…第2の磁性層、45…第3の磁性層、46…誘電体層、48…レーザー光、50…光磁気記録媒体、51…透明基板、52…誘電体層、53…第1の磁性層、54…第2の磁性層、55…第3の磁性層、56…第4の磁性層、57…誘電体層、58…レーザー光、60…光磁気記録媒体。

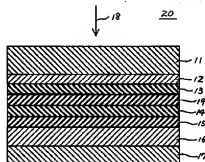
【図1】



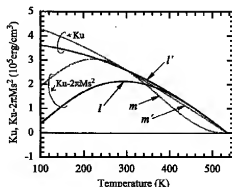
【図4】



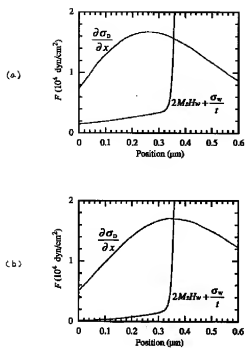
【図2】



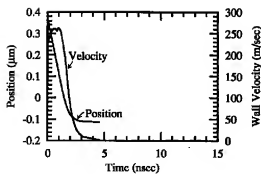
【図5】



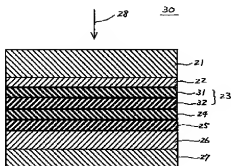
【図 3】



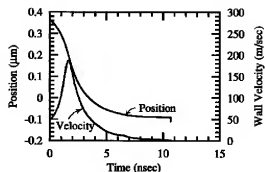
【図 7】



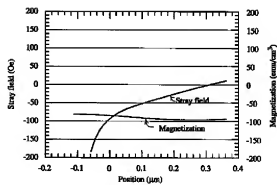
【図 9】



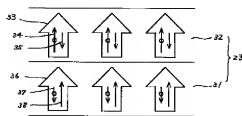
【図 6】



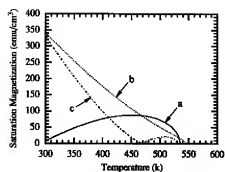
【図 8】



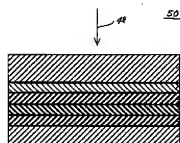
【図 10】



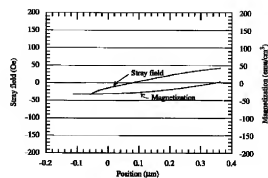
【図11】



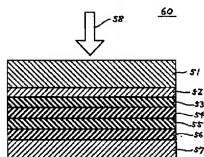
【図13】



【図15】



【図14】



【図16】

